

MANUFACTURE OF FIELD EMITTING COLD CATHODE

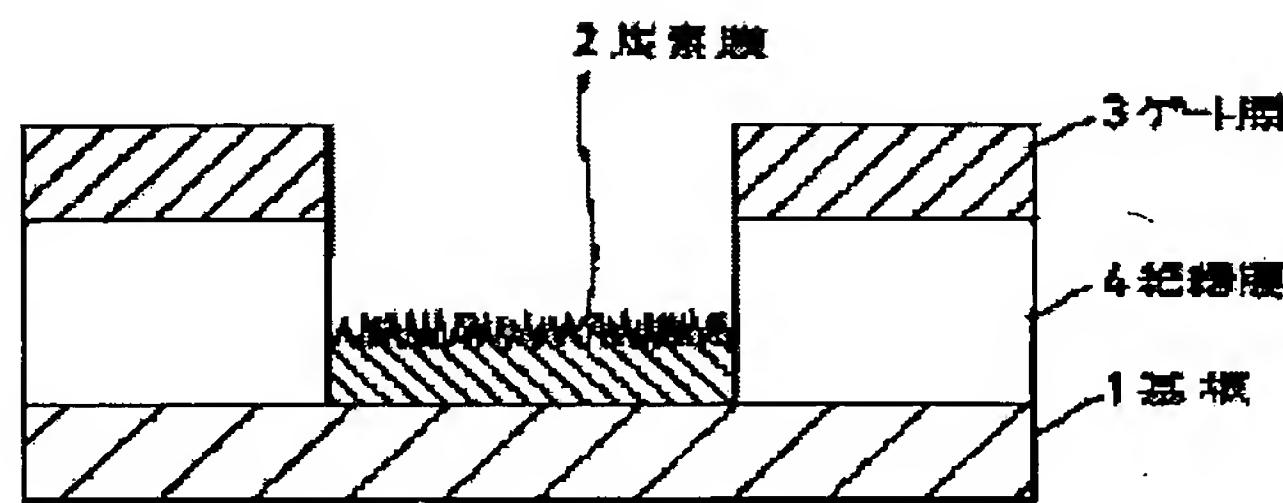
Publication number: JP2001015012
Publication date: 2001-01-19
Inventor: YOSHIKI MASAYUKI; TAKEMURA HISASHI
Applicant: NIPPON ELECTRIC CO
Classification:
- International: H01J9/02; H01J9/02; (IPC1-7): H01J9/02
- european:
Application number: JP19990184559 19990630
Priority number(s): JP19990184559 19990630

[Report a data error here](#)

Abstract of JP2001015012

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a field emitting type cold cathode having a low emission threshold voltage and high current density and to provide a manufacturing method capable of producing it with a simple process, in a field emitting cold cathode having a gate and an emitter of a carbon film.

SOLUTION: In this manufacturing method, electric field intensity at the tip of an emitter is enhanced by forming the emitter formed of a carbon film 2 into a needle-like projection structure having sharp tips and by forming a gate 3 in its extreme vicinity, and a threshold voltage is lowered and current density is heightened by uniformly forming the minute needle-like emitter all over the region of the emitter. A field emitting type cold cathode having the gate 3 and the emitter of the carbon film 2 is easily manufactured by using a photolithography process only once. In particular, by using hydrogen plasma processing, the removal of a graphite-based carbon film deposited on the gate and the process for forming a diamond-based carbon film or diamond film into the needle-like structure can be carried out at the same time.



(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2001-15012

(P2001-15012A)

(43)公開日 平成13年1月19日 (2001.1.19)

(51)Int.Cl.

H 01 J 9/02

識別記号

F I

H 01 J 9/02

テーマコード(参考)

B

審査請求 有 請求項の数9 O.L (全 6 頁)

(21)出願番号 特願平11-184559

(22)出願日 平成11年6月30日 (1999.6.30)

(71)出願人 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目7番1号

(72)発明者 吉木 政行

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

(72)発明者 武村 久

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

(74)代理人 100088812

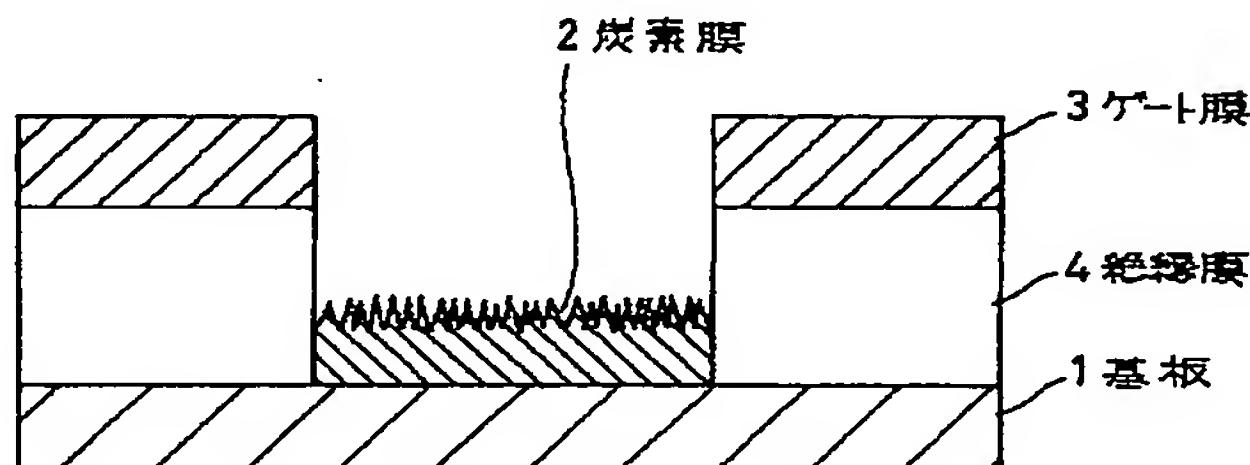
弁理士 ▲柳▼川 信

(54)【発明の名称】電界放出型冷陰極の製造方法

(57)【要約】

【課題】ゲート、炭素膜のエミッタを有する電界放出型冷陰極において、エミッションしきい値電圧の低い、電流密度の高い電界放出型冷陰極とそれをより簡単なプロセスで作製できる製造方法を提供する。

【解決手段】炭素膜からなるエミッタを先端が先鋭な針状の突起構造とすること、ごく近傍にゲートを形成することによって、エミッタ先端への電界強度が高くなり、更にその微細な針状エミッタをエミッタ領域一面に均一に形成することにより、しきい値電圧を低くし、電流密度を高くすることができます。また、ゲートと炭素膜のエミッタを有する電界放出型冷陰極をフォトリソグラフィプロセス一回のみの使用によって、容易に作製することができる。特に、水素プラズマ処理を用いることにより、ゲート上に堆積したグラファイト系炭素膜の除去とダイアモンド系炭素膜あるいはダイアモンド膜を針状構造にするプロセスを同時にを行うことができる。



FP05-0100-
DOWO-SE
05.7.05
SEARCH REPORT

【特許請求の範囲】

【請求項1】 炭素膜のエミッタとそれを取り巻くように形成されたゲート、エミッタとゲートを電気的に絶縁する絶縁膜を有する電界放出型冷陰極の製造方法であつて、炭素膜を全面に成長させた後、水素プラズマ処理を用いて、エミッタ成膜の時にゲート上に形成された炭素膜を除去すると同時に、エミッタ表面を針状の突起構造にすることを特徴とする電界放出型冷陰極の製造方法。

【請求項2】 炭素膜のエミッタとそれを取り巻くように形成されたゲート、エミッタとゲートを電気的に絶縁する絶縁膜を有する電界放出型冷陰極の製造方法であつて、基板上に絶縁膜及びゲートをこの順に形成する工程と、前記ゲート及び絶縁膜を同時に選択的に除去する工程と、しかる後に、炭素膜を全面に成長させる工程と、水素プラズマ処理を用いて、前記ゲート膜上の炭素膜を除去すると同時に、前記基板上の炭素膜であるエミッタ表面を針状の突起構造にすることを特徴とする電界放出型冷陰極の製造方法。

【請求項3】 炭素膜のエミッタとそれを取り巻くように形成されたゲート、エミッタとゲートを電気的に絶縁する絶縁膜を有する電界放出型冷陰極の製造方法であつて、炭素膜を全面に成長させた後、酸素プラズマ処理を用いて、エミッタ成膜の時ゲート上に形成された炭素膜を除去し、さらに水素プラズマ処理を用いてエミッタ表面を針状の突起構造にすることを特徴とする電界放出型冷陰極の製造方法。

【請求項4】 炭素膜のエミッタとそれを取り巻くように形成されたゲート、エミッタとゲートを電気的に絶縁する絶縁膜を有する電界放出型冷陰極の製造方法であつて、基板上に絶縁膜及びゲートをこの順に形成する工程と、前記ゲート及び絶縁膜を同時に選択的に除去する工程と、しかる後に、炭素膜を全面に成長させる工程と、酸素プラズマ処理を用いて、エミッタ成膜の時ゲート上に形成された炭素膜を除去する工程と、水素プラズマ処理を用いて、基板上の炭素膜であるエミッタ表面を針状の突起構造にすることを特徴とする電界放出型冷陰極の製造方法。

【請求項5】 炭素膜のエミッタとそれを取り巻くように形成されたゲート、エミッタとゲートを電気的に絶縁する絶縁膜を有する電界放出型冷陰極の製造方法において、炭素膜を全面に成長させた後、水素プラズマ処理を用いて、エミッタ成膜の時ゲート上に形成された炭素膜を除去し、同時にエミッタを針状の突起構造にすることを特徴とする電界放出型冷陰極の製造方法。

【請求項6】 炭素膜のエミッタとそれを取り巻くように形成されたゲート、エミッタとゲートを電気的に絶縁する絶縁膜を有する電界放出型冷陰極の製造方法であつて、基板上に絶縁膜及びゲートをこの順に形成する工程と、前記ゲート及び絶縁膜を同時に選択的に除去する工程と、しかる後に、炭素膜を全面に成長させる工程と、

水素プラズマ処理を用いて、前記ゲート膜上の炭素膜を除去すると同時に、前記基板上の炭素膜であるエミッタを針状の突起構造にする工程とを含むことを特徴とする電界放出型冷陰極の製造方法。

【請求項7】 炭素膜のエミッタとそれを取り巻くように形成されたゲート、エミッタとゲートを電気的に絶縁する絶縁膜を有する電界放出型冷陰極の製造方法において、炭素膜を全面に成長させた後、酸素プラズマ処理を用いて、エミッタ成膜の時ゲート上に形成された炭素膜を除去し、さらに水素プラズマ処理を用いてエミッタを針状の突起構造にすることを特徴とする電界放出型冷陰極の製造方法。

【請求項8】 炭素膜のエミッタとそれを取り巻くように形成されたゲート、エミッタとゲートを電気的に絶縁する絶縁膜を有する電界放出型冷陰極の製造方法であつて、基板上に絶縁膜及びゲートをこの順に形成する工程と、前記ゲート及び絶縁膜を同時に選択的に除去する工程と、しかる後に、炭素膜を全面に成長させる工程と、酸素プラズマ処理を用いて、エミッタ成膜の時ゲート上に形成された炭素膜を除去する工程と、水素プラズマ処理を用いて、基板上の炭素膜であるエミッタを針状の突起構造にすることを特徴とする電界放出型冷陰極の製造方法。

【請求項9】 炭素膜のエミッタとそれを取り巻くように形成されたゲート、エミッタとゲートを電気的に絶縁する絶縁膜を有する電界放出型冷陰極の製造方法において、エミッタを1nmから200nmの底面の幅、10nm～1μmの高さを有する円錐状あるいは角錐状の針状で密度25個/μm²～100万個/μm²の突起構造にすることを特徴とする請求項1～8のいずれかに記載の電界放出型冷陰極の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は電界放出型冷陰極の製造方法に関し、特に炭素膜のエミッタ、ゲート、絶縁膜を有しつつ針状構造のエミッタを有する電界放出型冷陰極の製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 近年、薄型ディスプレイ用の電子銃として電界放出型冷陰極が注目されている。従来の電界放出型冷陰極としては、シリコンやモリブデンなどで作製されたコーン形エミッタの先端からゲート電極に電圧をかけることによって発生する電界で電子放出させるものが主流であった。この電界放出型冷陰極では、ゲートをエミッタのごく近傍に形成することや、エミッタを微細化することにより低電圧化及び高集積化が行われてきた。

【0003】 また、最近では低電圧から電子放出することが知られているダイアモンド系炭素膜（ダイアモンド、ダイアモンドライカーボン等）をエミッタとして用いることが提案されてきている。この様な材料を用い

ることにより、平面膜のままで電子放出させることが考えられるようになってきた。また、電子を引き出すためのゲートをエミッタの近傍に備えることにより、低電圧化、電流制御性向上を達成することができる。この冷陰極を使用することによってプロセスを簡単にでき、大画面のディスプレイを容易に作製できることが期待されている。

【0004】ゲート電極を有するダイアモンドを用いた冷陰極は、例えば特開平10-40805号公報で提案されている。図4に、この冷陰極の断面図を示す。この方法では、基板上に形成した導電層、二酸化シリコンをパターニングした後に、レジストが残っている状態で、平均粒径が0.2μm以下の粒子状のダイアモンドを含む溶液を基板上に塗布し、乾燥させる。レジストを除去すると導電層上にだけダイアモンド粒子が残っている。このダイアモンド粒子上に、気相合成法等でダイアモンド相を形成する。最後に、ゲートとなるアルミニウム膜を形成する。尚、形成方法については述べていない。この冷陰極は印加電圧30Vで電子放出を確認している。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】ゲートを有する炭素膜の電界放出型冷陰極を作製するときの問題点はしきい値電圧を如何にして下げ、エミッション電流密度を如何にして上げるかということである。特開平10-40805号公報で提案されている例では、エミッタにダイアモンド粒子あるいはそれを気相合成法などで、ダイアモンド粒子に更にダイアモンド層を積層させたものを用いて、30Vという低い電圧から電子放出を確認している。しかし、ダイアモンド粒子の分布があるためにエミッションポイントが疎らになり、電流密度を高めることに限界があった。また、別の問題として、従来例では、エミッタを形成した後ゲート穴をあけることを提案していたため、フォトリソグラフィ技術を使うことが必要となり、エミッタパターンとゲート穴の位置がずれたりする、いわゆる目ずれ現象が起こる可能性があった。

【0006】

【課題を解決するための手段】上記の課題を解決するためには、ゲートをエミッタのごく近傍に形成し、さらにエミッタである炭素膜の表面あるいは炭素膜全体を針状の突起構造にし、電界強度を高めて電子放出しやすくしてやればよい。また、ゲート膜をパターニングしておき、最後にフォトリソグラフィ技術を使わずに炭素膜を形成する方がプロセスを簡単にすることができる。

【0007】そこで、本発明によれば、炭素膜のエミッタとそれを取り巻くように形成されたゲート、エミッタとゲートを電気的に絶縁する絶縁膜を有する電界放出型冷陰極の製造方法において、炭素膜を全面に成長させた後、水素プラズマ処理を用いて、エミッタ成膜の時ゲート上に形成された炭素膜を除去し、同時にエミッタ表面を針状の突起構造にすることを特徴とする電界放出型冷

陰極の製造方法が得られる。

【0008】本発明によれば、炭素膜のエミッタとそれを取り巻くように形成されたゲート、エミッタとゲートを電気的に絶縁する絶縁膜を有する電界放出型冷陰極の製造方法であって、基板上に絶縁膜及びゲートをこの順に形成する工程と、前記ゲート及び絶縁膜を同時に選択的に除去する工程と、しかる後に、炭素膜を全面に成長させる工程と、水素プラズマ処理を用いて、前記ゲート膜上の炭素膜を除去すると同時に、前記基板上の炭素膜であるエミッタ表面を針状の突起構造にする工程とを含むことを特徴とする電界放出型冷陰極の製造方法が得られる。

【0009】本発明によれば、炭素膜のエミッタとそれを取り巻くように形成されたゲート、エミッタとゲートを電気的に絶縁する絶縁膜を有する電界放出型冷陰極の製造方法において、炭素膜を全面に成長させた後、酸素プラズマ処理を用いて、エミッタ成膜の時ゲート上に形成された炭素膜を除去し、さらに水素プラズマ処理を用いてエミッタ表面を針状の突起構造にすることを特徴とする電界放出型冷陰極の製造方法が得られる。

【0010】本発明によれば、炭素膜のエミッタとそれを取り巻くように形成されたゲート、エミッタとゲートを電気的に絶縁する絶縁膜を有する電界放出型冷陰極の製造方法であって、基板上に絶縁膜及びゲートをこの順に形成する工程と、前記ゲート及び絶縁膜を同時に選択的に除去する工程と、しかる後に、炭素膜を全面に成長させる工程と、酸素プラズマ処理を用いて、エミッタ成膜の時ゲート上に形成された炭素膜を除去する工程と、水素プラズマ処理を用いて、基板上の炭素膜であるエミッタ表面を針状の突起構造にする工程とを含むことを特徴とする電界放出型冷陰極の製造方法が得られる。

【0011】本発明によれば、炭素膜のエミッタとそれを取り巻くように形成されたゲート、エミッタとゲートを電気的に絶縁する絶縁膜を有する電界放出型冷陰極の製造方法において、炭素膜を全面に成長させた後、水素プラズマ処理を用いて、エミッタ成膜の時ゲート上に形成された炭素膜を除去し、同時にエミッタを針状の突起構造にすることを特徴とする電界放出型冷陰極の製造方法が得られる。

【0012】本発明によれば、炭素膜のエミッタとそれを取り巻くように形成されたゲート、エミッタとゲートを電気的に絶縁する絶縁膜を有する電界放出型冷陰極の製造方法であって、基板上に絶縁膜及びゲートをこの順に形成する工程と、前記ゲート及び絶縁膜を同時に選択的に除去する工程と、しかる後に、炭素膜を全面に成長させる工程と、水素プラズマ処理を用いて、前記ゲート膜上の炭素膜を除去すると同時に、前記基板上の炭素膜であるエミッタを針状の突起構造にする工程とを含むことを特徴とする電界放出型冷陰極の製造方法が得られ

【0013】本発明によれば、炭素膜のエミッタとそれを取り巻くように形成されたゲート、エミッタとゲートを電気的に絶縁する絶縁膜を有する電界放出型冷陰極の製造方法において、炭素膜を全面に成長させた後、酸素プラズマ処理を用いて、エミッタ成膜の時ゲート上に形成された炭素膜を除去し、さらに水素プラズマ処理を用いてエミッタを針状の突起構造にすることを特徴とする電界放出型冷陰極の製造方法がえられる。

【0014】本発明によれば、炭素膜のエミッタとそれを取り巻くように形成されたゲート、エミッタとゲートを電気的に絶縁する絶縁膜を有する電界放出型冷陰極の製造方法であって、基板上に絶縁膜及びゲートをこの順に形成する工程と、前記ゲート及び絶縁膜を同時に選択的に除去する工程と、しかる後に、炭素膜を全面に成長させる工程と、酸素プラズマ処理を用いて、エミッタ成膜の時ゲート上に形成された炭素膜を除去する工程と、水素プラズマ処理を用いて、基板上の炭素膜であるエミッタを針状の突起構造にする工程とを含むことを特徴とする電界放出型冷陰極の製造方法が得られる。

【0015】

【発明の実施の形態】以下に、本発明の詳細を図示の実施例によって説明する。図1は本発明の第一の実施例となる電界放出型冷陰極を示した断面図であり、図4と同等部分は同一符号にて示している。本冷陰極は、主な構成部分として基板1と、電子放出するエミッタとなる炭素膜2と、電子放出させるためのゲート膜3と、絶縁膜4とを有している。エミッタとなる炭素膜の表面は先鋭な先端をもつ針状の突起構造で覆われている。針状の突起構造は1nmから200nmの底面の幅を有する円錐状あるいは角錐状となっており、高さは10nmから1μmである。先端が先鋭であるので電界集中しやすく、電子放出が低電圧から得られる。この針状の密度は25個/μm²～100万個/μm²である。

【0016】図2は図1に示した本発明の第一の実施例を作製するためのプロセスの一つを示したものである。図2(a)に示すように、最初に基板1上に1μm厚の絶縁膜4、200nm厚のゲート膜3を形成する。フォトリソグラフィ技術を用いて1μm径のゲート穴をパターニングした後、当該フォトリソグラフィのためのレジスト5が付いた状態で、ダイアモンド粒子(粒径1μm以下)を含むエチルアルコール中で超音波処理を施し、基板表面にダイアモンド粒子6を疎らに付着させておく(図2(b))。

【0017】レジスト5を除去して後、熱フィラメントCVD法で基板温度約600°C、メタン/水素比50～75%、全ガス圧5～10Torrの条件で、ダイアモンド系炭素膜を500nmほど成膜する。すると、基板上には、ダイアモンド系炭素膜7が成長するが、ゲート膜3上には、グラファイト系炭素膜8が100nm以下の膜厚で薄く形成される(図2(c))。最後に、水素

ガス10-4～10-3Torrの圧力下で、約850～900Gの磁場と約2.5GHzのマイクロ波を印加したECRプラズマを約500Wの出力で発生させ、表面処理することにより、ゲート膜3上のグラファイト系炭素膜8を簡単に除去し、同時にダイアモンド系炭素膜7の表面を針状の突起構造にし、本発明の電界放出型冷陰極を作製することができる(図2(d))。

【0018】このプロセスを用いると、針状の突起構造を表面にもつ炭素膜からなるエミッタを有する電界放出型冷陰極を作製でき、従来例と比べ低電圧化、電流の高密度化が可能になる。また、フォトリソグラフィ技術は一回のみの使用となり、従来例で問題となつたゲートとエミッタの目隠し等の心配もなくなり、プロセスもより簡単化される。更に、ゲート膜3上のグラファイト系炭素膜8を、針状の突起構造のための処理と同時に除去できるという効果もある。

【0019】本発明の第二の実施例を以下に示す。図3はこの第二の実施例の電界放出型冷陰極を示す断面図である。上記の第一の実施例と同じプロセスを行って冷陰極を作製するのであるが、第一の実施例と同じ条件での水素プラズマ処理をより長めにして、ダイアモンド系炭素膜全体を針状構造にし、本発明の電界放出型冷陰極を作製することができる。

【0020】このプロセスを用いると、針状の突起構造の炭素膜からなるエミッタを有する電界放出型冷陰極を作製でき、従来例と比べ低電圧化、電流の高密度化が可能になる。第一の実施例に比べ、針状構造までの炭素層がないので基板からの電子供給がよりスムーズに行われ、より低電圧化することができる。また、フォトリソグラフィ技術は一回のみの使用となり、従来例で問題となつたゲートとエミッタの目隠し等の心配もなくなり、プロセスもより簡単化される。更に、ゲート膜3上のグラファイト系炭素膜8を、針状の突起構造のための処理と同時に除去できるという効果もある。

【0021】本発明の第三の実施例を以下に示す。ダイアモンド系炭素膜7を形成するまで上記第一の実施例と同じプロセスを行った後、酸素ガス10-5～10-4Torrの圧力下で、約850～900Gの磁場と約2.5GHzのマイクロ波を印加したECRプラズマを約500Wの出力で発生させ、表面処理することによりゲート膜3上に付着しているグラファイト系炭素膜8を除去する。さらに水素ガス10-4～10-3Torrの圧力下で約850～900Gの磁場と約2.5GHzのマイクロ波を印加したECRプラズマを約500Wの出力で発生させ、表面処理することによりダイアモンド系炭素膜の表面を針状構造にし、本発明の電界放出型冷陰極を作製することができる。

【0022】このプロセスを用いると、針状の突起構造を表面にもつ炭素膜からなるエミッタを有する電界放出型冷陰極を作製でき、従来例と比べ低電圧化、電流の高

密度化が可能になる。また、フォトリソグラフィ技術は一回のみの使用となり、従来例で問題となつたゲートとエミッタの目ずれ等の心配もなくなり、プロセスもより簡単化される。また、酸素プラズマ処理を用いることにより、グラファイト系炭素膜を除去する時間を短くできる。

【0023】本発明の第四の実施例を以下に示す。グラファイト系炭素膜を除去するまで第三の実施例と同じプロセスを行つた後、第三の実施例と同じ条件での水素プラズマ処理をより長めに行って、ダイアモンド系炭素膜全体を針状構造にし、本発明の電界放出型冷陰極を作製することができる。

【0024】このプロセスを用いると、針状の突起構造の炭素膜からなるエミッタを有する電界放出型冷陰極を作製でき、従来例と比べ低電圧化、電流の高密度化が可能になる。上記第三の実施例に比べ、針状構造までの炭素層がないので基板からの電子供給がよりスムーズに行われ、より低電圧化することができる。また、フォトリソグラフィ技術は一回のみの使用となり、従来例で問題となつたゲートとエミッタの目ずれ等の心配もなくなり、プロセスもより簡単化される。また、酸素プラズマ処理を用いることにより、グラファイト系炭素膜時間を短くできる。

【0025】本発明の第五の実施例を以下に示す。基板表面にダイアモンド粒子を疎らに付着させておくところまでのプロセスは上記第一の実施例と同じである。レジストを除去後、熱フィラメントCVD法で基板温度約600～850°C、メタン／水素比1～10%、全ガス圧20～60 Torrの条件で、ダイアモンド膜を500 nmほど成膜すると、基板上には膜が成長するが、ゲート膜上にはグラファイト系炭素膜が薄く形成される。最後に、水素ガス10-4～10-3 Torrの圧力下で約850～900 Gの磁場と約2.5 GHzのマイクロ波を印加したECRプラズマを約500 Wの出力で発生させ、表面処理することによりゲート膜上のグラファイト系炭素膜は除去され、同時にダイアモンド膜の表面を針状の突起構造にし、本発明の電界放出型冷陰極を作製することができる。

【0026】このプロセスを用いると、針状の突起構造を表面にもつ炭素膜からなるエミッタを有する電界放出型冷陰極を作製でき、従来例と比べ低電圧化、電流の高密度化が可能になる。また、フォトリソグラフィ技術は一回のみの使用となり、従来例で問題となつたゲートとエミッタの目ずれ等の心配もなくなり、プロセスもより簡単化される。

【0027】本発明の第六の実施例を以下に示す。ダイアモンド膜を形成するまでは上記第五の実施例と同じプロセスを行う。第五の実施例と同じ条件での水素プラズマ処理をより長めにして、ダイアモンド膜全体を針状の突起構造にして、本発明の電界放出型冷陰極を作製する

ことができる。

【0028】このプロセスを用いると、針状の突起構造の炭素膜からなるエミッタを有する電界放出型冷陰極を作製でき、従来例と比べ低電圧化、電流の高密度化が可能になる。第五の実施例に比べ、針状構造までの炭素層がないので基板からの電子供給がよりスムーズに行われ、より低電圧化することができる。また、フォトリソグラフィ技術は一回のみの使用となり、従来例で問題となつたゲートとエミッタの目ずれ等の心配もなくなり、プロセスもより簡単化される。

【0029】本発明の第七の実施例を以下に示す。ダイアモンド膜を形成するまでは上記第五の実施例と同じプロセスを行う。次に、酸素ガス10-5～10-4 Torrの圧力下で約850～900 Gの磁場と約2.5 GHzのマイクロ波を印加したECRプラズマを約500 Wの出力で発生させ、表面処理することによりゲート上に付着している炭素膜は除去される。更に、水素ガス10-4～10-3 Torrの圧力下で約850～900 Gの磁場と約2.5 GHzのマイクロ波を印加したECRプラズマを約500 Wの出力で発生させ、表面処理することにより、ダイアモンド膜の表面を針状構造にすることができ、本発明の電界放出型冷陰極を作製することができる。

【0030】このプロセスを用いると、針状の突起構造を表面にもつ炭素膜からなるエミッタを有する電界放出型冷陰極を作製でき、従来例と比べ低電圧化、電流の高密度化が可能になる。また、フォトリソグラフィ技術は一回のみの使用となり、従来例で問題となつたゲートとエミッタの目ずれ等の心配もなくなり、プロセスもより簡単化される。また、酸素プラズマ処理を用いることにより、グラファイト系炭素膜を除去する時間を短くできる。

【0031】本発明の第八の実施例を以下に示す。ゲート上に付着している炭素膜を除去するまでは上記第七の実施例と同じプロセスを行う。最後に、第七の実施例と同じ条件での水素プラズマ処理をより長めに行ってダイアモンド膜全体を針状構造にし、本発明の電界放出型冷陰極を作製することができる。

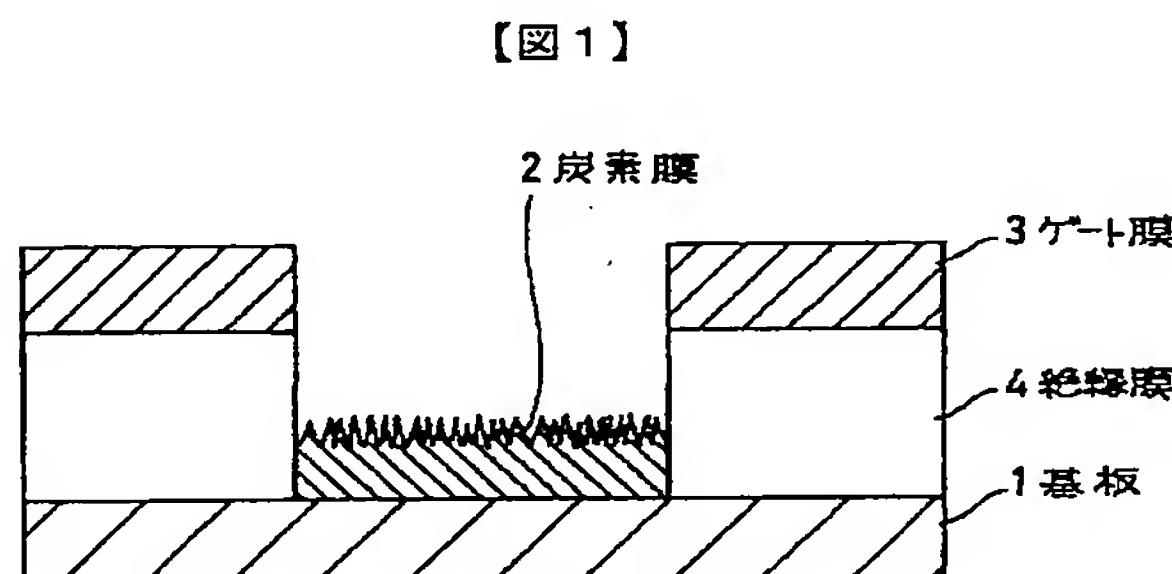
【0032】このプロセスを用いると、針状の突起構造の炭素膜からなるエミッタを有する電界放出型冷陰極を作製でき、従来例と比べ低電圧化、電流の高密度化が可能になる。第七の実施例に比べ、針状構造までの炭素層がないので基板からの電子供給がよりスムーズに行われ、より低電圧化することができる。また、フォトリソグラフィ技術は一回のみの使用となり、従来例で問題となつたゲートとエミッタの目ずれ等の心配もなくなり、プロセスもより簡単化される。また、酸素プラズマ処理を用いることにより、グラファイト系炭素膜時間を短くできる。

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、エミッタから電子放出させるゲートと炭素膜のエミッタを有する低電圧から高密度で電子放出する電界放出型冷陰極を作製することができるという効果がある。これは、炭素膜からなるエミッタを先端が先鋒な針状の突起構造とすることと、そのごく近傍にゲートを形成することによって、エミッタ先端への電界強度が高くなり、そのうえに、その微細な針状エミッタをエミッタ領域一面に均一に形成することができるからである。

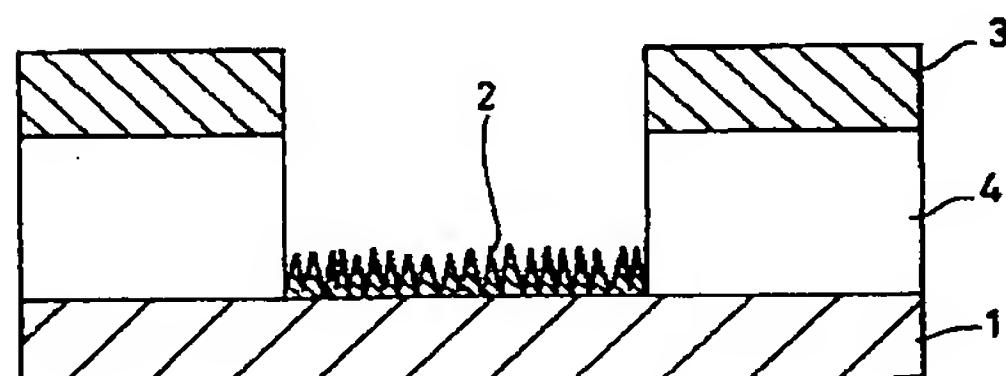
【0034】また、本発明によれば、ゲートと炭素膜のエミッタを有する電界放出型冷陰極をフォトリソグラフィを一回のみ使用することによって、容易に作製することができる。特に、水素プラズマ処理を用いることにより、ゲート上に堆積したグラファイト系炭素膜の除去と、ダイアモンド系炭素膜あるいはダイアモンド膜を針状構造にするプロセスを同時にを行うことができる。

【図面の簡単な説明】

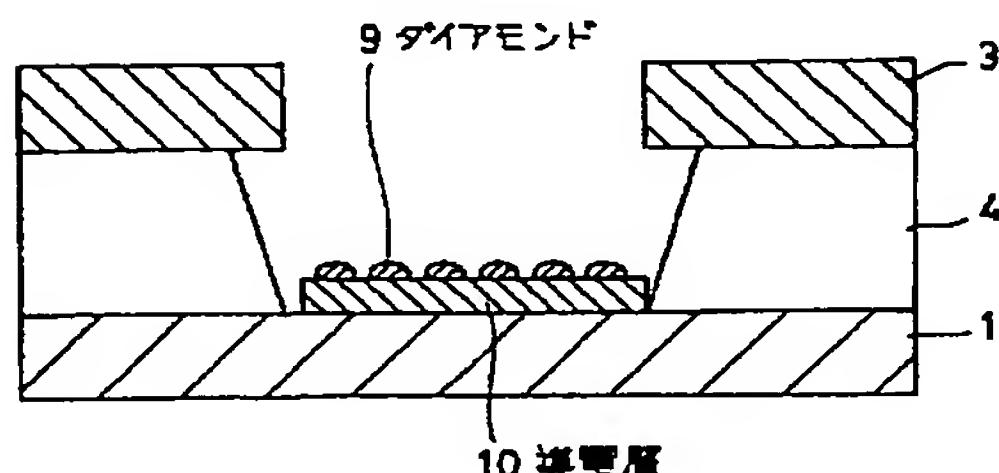
【図1】本発明に関わる第一の実施例の電子放出型冷陰



【図3】



【図4】



極を示す断面図である。

【図2】本発明に関わる第一の実施例の電界放出型冷陰極を作製するためのプロセスを示す断面図である。

【図3】本発明に関わる第二の実施例の電子放出型冷陰極の断面図である。

【図4】従来の電界放出型冷陰極を示す断面図である。

【符号の説明】

- 1 基板
- 2 炭素膜
- 3 ゲート膜
- 4 絶縁膜
- 5 レジスト
- 6 ダイヤモンド粒子
- 7 ダイヤモンド系炭素膜
- 8 グラファイト系炭素膜
- 9 ダイヤモンド
- 10 導電層